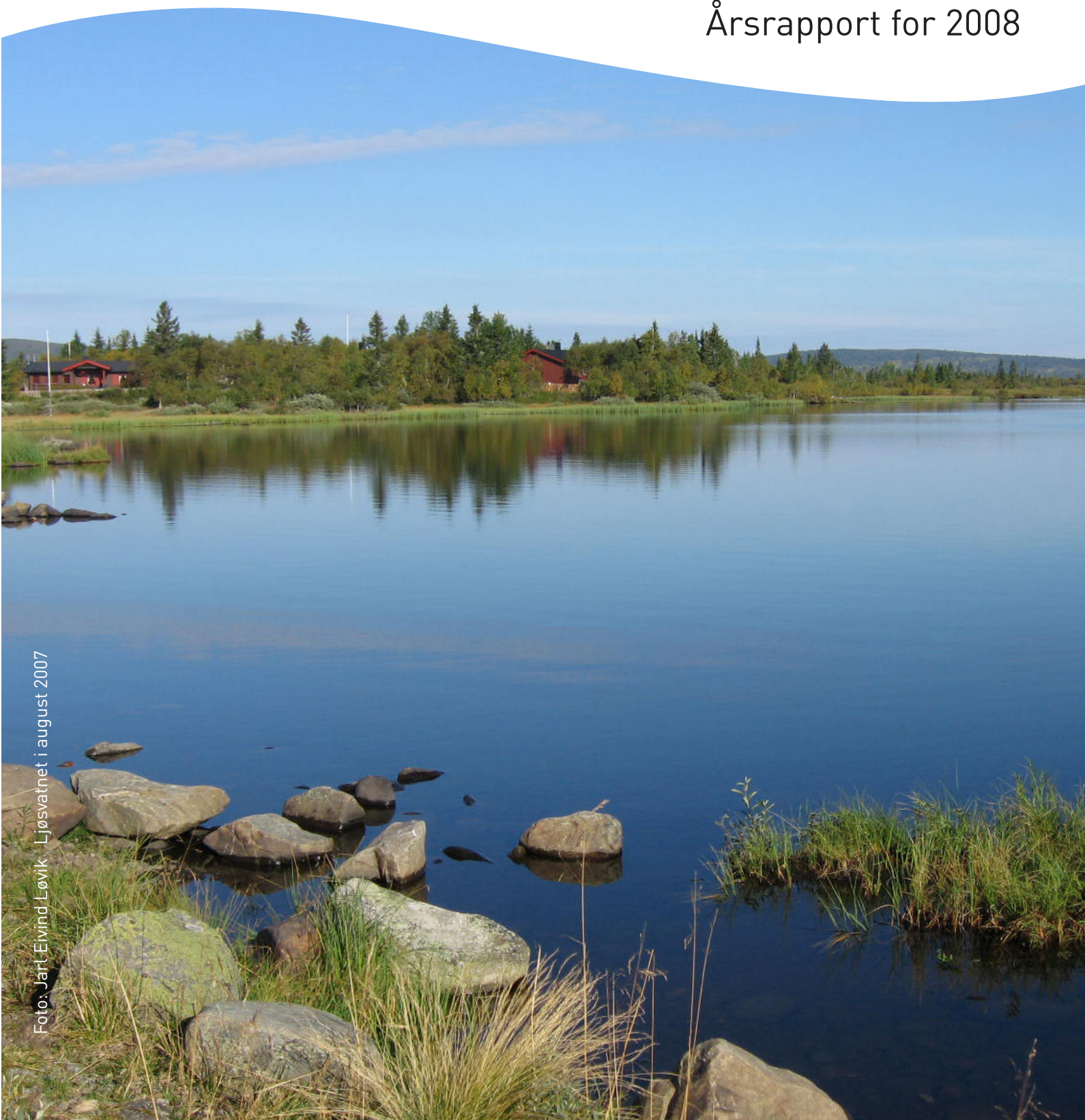


# Overvåking av vassdrag i Ringsaker kommune

Årsrapport for 2008



**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 2218 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**NIVA Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Overvåking av vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 2008.	Løpenr. (for bestilling) 5755-2009	Dato 5.3. 2009
	Prosjektnr. Undernr. O-28373	Sider Pris 25
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Hedmark	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Ringsaker kommune	Oppdragsreferanse Asbjørn Tufto
---------------------------------------	------------------------------------

**Sammendrag**

I Ljøsvatnet og Grunna var algemengdene og konsentrasjonene av total-fosfor vesentlig høyere enn en forventet naturtilstand. Innsjøene kan karakteriseres som middels næringsrike (mesotrofe) og klart overgjødset. Økologisk tilstand må derfor betegnes som mindre god (moderat) i Ljøsvatnet og Grunna. Botshaugtjernet og Sør-Mesna hadde lavere konsentrasjoner av fosfor og mindre algemengder enn Ljøsvatnet og Grunna. Økologisk tilstand kan trolig karakteriseres som god i disse innsjøene, men vurderingene er basert på et meget lite antall prøver. Alle innsjøene hadde i 2008 svakt surt vann med pH i området 6,5-6,9. I Grunna, som har vært kalket årlig siden 1994, har bufferevnen mot forsuring (alkaliteten) til tider vært lav, men sammensetningen av krepsdyrplanktonet i 2008 tydet ikke på forsuringsskade.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Ringsaker kommune	1. The municipality of Ringsaker
2. Vassdragsovervåking	2. Watercourse monitoring
3. Vannkvalitet	3. Water quality
4. Økologisk tilstand	4. Ecological status

*Jarl Eivind Løvik*

Jarl Eivind Løvik

Prosjektleder

*Unn Hilde Refseth*

Unn Hilde Refseth

Forskningsleder

*Jarl E. Nygard*

Jarle Nygard

Fag- og markedsdirektør

ISBN 978-82-577-5490-7

**Overvåking av vassdrag i**

**Ringsaker kommune**

Årsrapport for 2008

## Forord

Rapporten presenterer resultatene fra en undersøkelse av vannkvalitet og økologiske forhold i innsjøene Grunna, Ljøsvatnet, Botshaugtjernet og Sør-Mesna i september 2008. Undersøkelsen er utført på oppdrag fra Ringsaker kommune.

Kontaktperson i kommunen har vært Asbjørn Tufto som også bistod i feltarbeidet. Jarl Eivind Løvik ved NIVAs Østlandsavdeling har vært prosjektleder i NIVA og har stått for prøvetaking og observasjoner i felt samt analysert dyreplankton og skrevet rapporten. Pål Brettum (tidligere NIVA) har analysert prøvene av planteplankton i samarbeid med Robert Ptacnick (NIVA Oslo). Analyser av klorofyll-*a* er utført ved NIVAs kjemilaboratorium i Oslo. Vannkjemiske analyser for øvrig og mikrobiologiske analyser er utført av LabNett as Eurofins.

Ottestad, 5. mars 2009

*Jarl Eivind Løvik*

---

# **Innhold**

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Program og gjennomføring av undersøkelsen</b>	<b>6</b>
<b>3. Resultater og vurderinger</b>	<b>8</b>
3.1 Typifisering av innsjøene	8
3.2 Overgjødsling	8
3.3 Forsuring	13
3.4 Hygienisk/bakteriologiske forhold	14
<b>4. Diskusjon</b>	<b>15</b>
<b>5. Litteratur</b>	<b>17</b>
<b>6. Vedlegg</b>	<b>19</b>

---

## Sammendrag

Hensikten med undersøkelsen i 2008 har vært å skaffe fram nye data fra innsjøene Ljøsvatnet, Grunna, Botshaugtjernet og Sør-Mesna for å kunne vurdere vannkvalitet og økologisk tilstand spesielt med hensyn til overgjødslingsproblematikken. Undersøkelsen skulle også bidra til informasjon om den mer generelle vannkvaliteten slik som humuspåvirkning, surhetsgrad, motstandsevne mot forsurening og fekal forurensning.

Ut fra størrelse, konsentrasjon av kalsium og grad av humuspåvirkning kan Botshaugtjernet betegnes som en liten, kalkrik og humøs innsjø, mens de tre andre kan betegnelsen som små, kalkfattige og humøse innsjøer. Ljøsvatnet og Grunna ligger på ca. 800 moh. som er i øvre deler av skogsonen. Nedbørfeltene har relativt store myrander, og det er en hel del hytter i nærområdet til begge innsjøene. Botshaugtjernet og Sør-Mesna ligger på henholdsvis 592 moh. og 519 moh. Her er nedbørfeltene dominert av barskog og myrområder. Også disse innsjøene har en del hytter i nedbørfeltene, og langs Sør-Mesna er det i tillegg noe dyrka mark og fast bosetting.

Klassifisering av økologisk tilstand basert på bare én prøverunde slik som her, er meget usikkert. Vi har derfor valgt å også benytte data særlig fra perioden 2004-2007 i vurderingene av forurensningssituasjonen og økologisk tilstand.

I Ljøsvatnet har konsentrasjonen av totalfosfor og algemengder målt som klorofyll-*a* variert i områdene ca. 25-45 µg P/l og ca. 5-15 µg/l i de senere årene. Dette er vesentlig høyere verdier enn en forventet naturtilstand og viser at innsjøen er klart overgjødslet. Biomassen og sammensetningen av planteplankton tilsier at Ljøsvatnet kan betegnes som middels næringsrik (mesotrof). Krepsdyrplanktonet var dominert av småvokste arter og individer, noe som kan tyde på hardt predasjonstrykk fra planktonspisende fisk. Økologisk tilstand i Ljøsvatnet må karakteriseres som mindre god (moderat) eller dårligere, og det er behov for tiltak for reduksjon av næringsstofftilførslene med tanke på å oppnå god økologisk tilstand.

I Grunna er det målt konsentrasjoner av totalfosfor i området ca. 20-35 µg P/l og klorofyll-*a* i området ca. 3-10 µg/l i 2007-2008. Også denne innsjøen må karakteriseres som middels næringsrik og klart overgjødslet. Her har imidlertid algemengdene vært beskjedne sett ut fra de relativt høye fosforkonsentrasjonene. Den markerte humuspåvirkningen og en stor andel effektive algebeitere i krepssdyrplanktonet er trolig medvirkende årsaker til dette. Økologisk tilstand må betegnes som moderat eller dårligere, og det synes å være behov for tiltak for å redusere tilførslene av næringsstoffer.

I Botshaugtjernet ble det ved to prøvetakinger i 2004 og 2008 registrert moderate algemengder (klorofyll-*a* på ca. 2-4 µg/l) og relativt lave konsentrasjoner av total-fosfor (ca. 7-15 µg/l). Økologisk tilstand kan derfor trolig karakteriseres som god med hensyn til overgjødsling. Også i Sør-Mesna kan økologisk tilstand sannynligvis betegnes som god i de senere årene. Vurderingen er imidlertid basert på bare to prøver, i 2005 og 2008. Konsentrasjonen av total-fosfor har variert i intervallet ca. 8-11 µg/l, og algemengden (klorofyll-*a*) varierte i intervallet ca. 2-3 µg/l.

Alle innsjøene hadde i 2008 svakt surt vann med pH i området 6,5-6,9. Botshaugtjernet hadde minst surt vann og best evne til å motstå pH-endringer ved forsurening (høyest alkalitet). I Grunna har det etter at kalkingen startet i 1994 vært målt pH i intervallet ca. 6,2-7,0. Alkaliteten har variert betydelig og til tider vært lav, dvs. ned mot 0,030 mmol/l. Krepsdyrplanktonets sammensetning i 2008 tydet på at ingen av de undersøkte innsjøene var vesentlig skadet av forsurening.

Det ble i 2008 bare funnet lave tettheter av fekal indikatorbakterier (*E. coli*) i de fire innsjøene.

# 1. Innledning

## **Bakgrunn**

NIVA har på oppdrag fra og med assistanse fra Ringsaker kommune gjennomført tiltaksrettet overvåking av vann og vassdrag i kommunen med årlige undersøkelser i utvalgte lokaliteter siden 1997. Resultatene er presentert i tidligere utgitte årsrapporter (Kjellberg 1998a, 1999, 2000, 2001 og 2006a-e, Løvik og Romstad 2007 og 2008). På grunnlag bl.a. av resultatene fra denne overvåkingen har Ringsaker kommune utarbeidet arbeidsplan mht. overvåkingssyklus for kommunens vannforekomster. Undersøkelsen i 2008 er en videreføring av denne overvåkingen. I forbindelse med vurderingene av tidsutviklingen i vannkvaliteten har vi også benyttet data fra andre undersøkelser på 1990-tallet (Løvik mfl. 1993, Rognerud mfl. 1994 og 1995).

## **Målsetting**

Hovedhensikten med undersøkelsene i 2008 har vært å skaffe fram data og gjennomføre vurderinger av vannkvalitet, økologisk tilstand og forurensningssituasjonen i innsjøene Grunna, Ljøsvatnet, Botshaugtjernet og Sør-Mesna. Overvåkingen skal gi supplerende data for kommunens videre arbeid med å opprettholde og/eller forbedre miljøtilstanden i vannforekomstene, særlig med tanke på tilførsler av næringsstoffer (overgjødning) og tarmbakterier. Undersøkelsen skal også gi informasjon om den mer generelle vannkvaliteten mht. humuspåvirkning, surhetsgrad og motstand mot forsurening.

# 2. Program og gjennomføring av undersøkelsen

## **Materiale og metoder**

Prøver ble samlet inn fra de nevnte innsjøene 10. september 2008 som blandprøver fra det øvre, varme sjiktet, dvs. 0-2 m i Grunna, Ljøsvatnet og Botshaugtjernet og 0-5 m i Sør-Mesna. Disse ble analysert med hensyn til fargetall, pH, alkalitet, totalt organisk karbon, kalsium, total-fosfor og total-nitrogen. Mengden og sammensetningen av alger i de frie vannmasser (planteplankton) ble analysert i blandprøver fra de samme sjiktene som prøvene for vannkjemi. Det ble benyttet algetellinger og analyser av klorofyll-*a*. Det siste er et grovt mål på den totale algemengden, mens algetellingene i tillegg gir informasjon om arts- og gruppesammensetningen av planteplanktonet. Dyreplanktonets artssammensetning ble analysert i håvtrekkprøver. Mengden av fekale indikatorbakterier (*E. coli*) ble analysert i prøver fra ca. 0,5 m dyp. Samtidig med prøveinnsamlingen ble siktedypet bestemt og temperatursjiktningen klarlagt.

Alle kjemiske og mikrobiologiske analyser ble utført av akkrediterte laboratorier (LabNett og NIVA). En oversikt over analysemetodene er gitt i vedlegget.

## **Vurderingskriterier**

SFTs veiledning 97:04 (SFT 1997) har i lengre tid vært retningsgivende ved vurdering av miljøtilstand og forurensningsgrad i norske vannforekomster, så vel elver som innsjøer. I og med innføringen av Vanddirektivet og etter at Vannforskriften trådte i kraft (1.1.2007) er et nytt vurderingssystem/-klassifiseringssystem under utvikling (se <http://www.vannportalen.no> og Solheim mfl. 2008). En vesentlig forskjell fra det tidligere systemet (SFT 1997) er at hovedvekten ved fastsettelse av økologisk tilstand nå skal skje på grunnlag av biologiske kvalitetselementer, mens fysisk/kjemiske analyser skal fungere som støttevariabler. I SFT-systemet fra 1997 ble først og fremst fysisk/kjemiske målinger lagt til grunn. Det nye systemet skal interkalibreres for de nordiske landene. Det er pr. i dag ikke ferdig interkalibrert og til dels mangelfullt. Vi har her likevel valgt å ta i bruk de forslagene til grenseverdier for ulike tilstandsklasser som foreligger ved fastsettingen av økologisk tilstand mht.

eutrofiering og forsurening (Solheim mfl. 2008). Til sammenligning viser vi også tilstandsklasser basert på SFT-veiledning 97:04.

Klassifisering av økologisk tilstand skal normalt gjøres ut fra årsgjennomsnittet basert på et større antall prøver i vekstseongen (minst 1 gang pr. måned). Tilstandsvurderinger basert på kun én observasjon slik som her blir derfor relativt usikre (Faafeng og Fjeld 1996). Det gjelder så vel generell vannkjemi som næringsstoffer, algemengder og fekale indikatorbakterier. Resultatene bør likevel kunne gi en pekepinn på tilstanden som sammen med tidligere observasjoner kan gi indikasjoner på om det er nødvendig med forurensningsbegrensende tiltak.

Et vesentlig element i det nye klassifiseringssystemet er at økologisk tilstand skal bedømmes etter ulike grenseverdier for ulike vann typer (Solheim og Schartau 2004). Vann typene bestemmes ut fra høyde over havet, størrelse, kalsium-konsentrasjon (evt. alkalitet) og humuspåvirkning (fargetall eller totalt organisk karbon, TOC). Det er derfor viktig å fastslå vann typen før vannforekomstens tilstand kan vurderes. Økologisk tilstand fastsettes til én av 5 klasser. Noe varierende betegnelser har vært benyttet på de 5 klassene: meget god (svært god, høy), god, moderat (mindre god), dårlig og meget dårlig (svært dårlig). Et hovedprinsipp i Vanndirektivet er videre at for vannforekomster med moderat eller dårligere tilstand skal det utarbeides tiltaksplaner og iverksettes tiltak slik at god tilstand kan oppnås.



### 3. Resultater og vurderinger

#### 3.1 Typifisering av innsjøene

I Tabell 1 har vi forsøkt å plassere innsjøene til riktig type i henhold til revidert typologi for norske innsjøer (Solheim og Schartau 2004). Typologien er ment å dekke alle vanlige vann typer i Norge. Det er imidlertid ingen fullt dekkende innsjøtype for Ljøsvatnet siden humøse innsjøer i fjellet (over 800 moh.) ikke er med som egen type. Vi velger her å betrakte Ljøsvatnet som en type 13-innsjø (små, kalkfattige, humøse innsjøer i skogområder). Dette fordi innsjøen i realiteten ikke ligger over skoggrensa, og fordi den markerte humuspåvirkningen må antas å ha vesentlig betydning for bl.a. biologiske effekter av overgjødsling. Alle vannforekomstene er betydelig humuspåvirket med fargetall i området 48-88 mg Pt/l. Lavest fargetall hadde Botshaugtjernet. Typologien setter grensen mellom klare og humøse innsjøer ved fargetall på 30 mg Pt/l.

**Tabell 1.** Typifisering av innsjøene i henhold til revidert typologi (Solheim og Schartau 2004).

	Hoh. m	Overflate km <sup>2</sup>	Kalsium mg Ca/l	Farge mg Pt/l	Type nr.	Typebetegnelse
Ljøsvatnet	818	0.39	2.67	88	13*	Små, kalkfattige, humøse i skogområde
Grunna	800	1.34	3.32	81	13	Små, kalkfattige, humøse i skogområde
Botshaugtjernet	592	0.45	5.14	48	15	Små, kalkrike, humøse i skogområde
Sør-Mesna	519	4.74	3.02	72	13	Små, kalkfattige, humøse i skogområde

\*) Innsjøen ligger pr. def. i fjellområde (>800 moh.), men det er ikke etablert egen type for humussjøer i fjellet

Grunna har blitt kalket i flere omganger siden 1994 (Kjellberg 1998). Konsentrasjonen av kalsium er derfor trolig høyere enn naturtilstanden, og typifiseringen burde strengt tatt vært gjort ut fra verdier fra før kalkingen. Konsentrasjonen har imidlertid vært lavere enn grensen mot kalkrike innsjøer på 4 mg Ca/l ved alle målingene vi kjenner til, også etter at kalkingen startet (Kjellberg 1998, Løvik og Romstad 2008). Kalkingen influerer derfor ikke på hvilken innsjøtype Grunna havner i. Sør-Mesna er en relativt stor innsjø med et overflateareal like under grensen mot "store innsjøer" i henhold til typologien (5 km<sup>2</sup>). Den er derfor plassert innenfor gruppen av små innsjøer i skogområder.

#### 3.2 Overgjødsling

##### *Næringsstoffer, algemengder og siktedyp*

I Tabell 2 er innsjøenes tilstand gitt ut fra algemengde (klorofyll-*a*), total-fosfor, total-nitrogen og siktedyp i 2008. Planteplankton (her klorofyll-*a*) er det primære klassifiseringselementet, mens total-fosfor og siktedyp er å betrakte som støttevariabler ved klassifiseringen i forhold til Vanndirektivet (A-delen av tabellen). Tilstandsklasser i henhold til SFT (1997) er gitt i del B av tabellen.

Basert på algemengde, total-fosfor og siktedyp kan økologisk tilstand i Botshaugtjernet karakteriseres som meget god. Sør-Mesnas økologiske tilstand var også meget god ut fra algemengden, mens konsentrasjonen av total-fosfor tilsvarte god økologisk tilstand. Den markerte humuspåvirkningen var sannsynligvis hovedårsaken til den relativt dårlige sikten i vannet. Grunna hadde meget god økologisk tilstand vurdert ut fra algemengden, men konsentrasjonen av total-fosfor var høy, tilsvarende næringsrike (eutrofe) forhold og dårlig økologisk tilstand. Siktedypet var lavt, trolig først og fremst pga. humuspåvirkningen. Ljøsvatnet hadde moderat (mindre god) økologisk tilstand ut fra algemengden og meget dårlig tilstand ut fra konsentrasjonen av fosfor. Her var trolig både algebiomassen og humuspåvirkningen vesentlige faktorer for det relativt lave siktedypet.

Sammenligner vi klassifiseringen etter forslaget til nytt system (A) med klassifiseringen etter det ”gamle” systemet (B), ser vi at det blir de samme innsjøene, Ljøsvatnet og Grunna, som havner i tilstandsklassen med gul markering (moderat/mindre god) eller dårligere ut fra algemengde og/eller total-fosfor.

**Tabell 2.** Vannforekomstenes tilstand i forhold til eutrofiering i 2008. A – økologisk tilstand basert på foreliggende forslag til klassifiseringssystem i henhold til Vanndirektivet, B – tilstandsklasser basert på SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997).

A	Type	Klorofyll-a	Tot-P	Tot-N	Siktedyp
	nr.	µg/l	µg/l	µg/l	m
Ljøsvatnet	13*	6.7	47	458	2.0
Grunna	13	2.7	32	485	2.2
Botshaugtjernet	15	1.7	6.9	380	4.9
Sør-Mesna	13	2.4	10.5	380	3.3

Økologiske tilstandsklasser (Solheim mfl. 2008)

Meget god	God	Moderat	Dårlig	Meget dårlig
-----------	-----	---------	--------	--------------

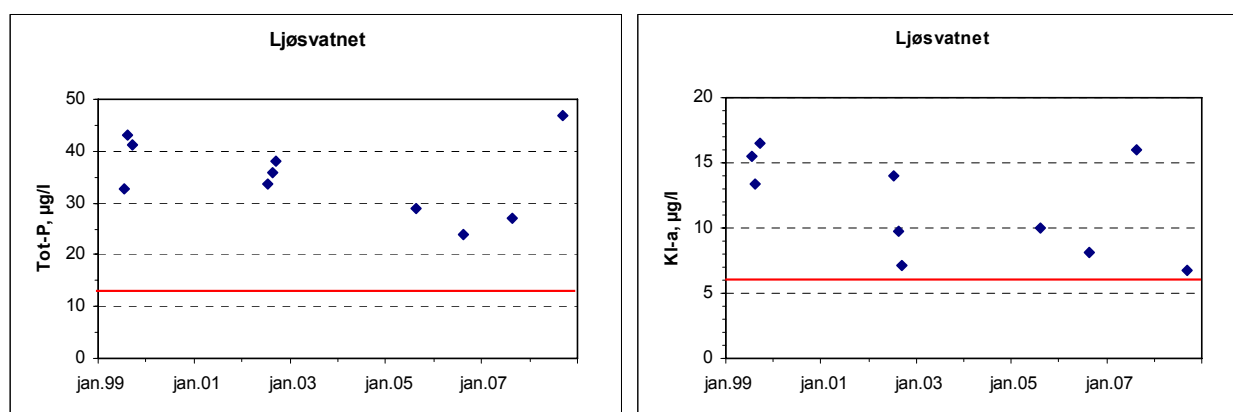
  

B	Klorofyll-a	Tot-P	Tot-N	Siktedyp
	µg/l	µg/l	µg/l	m
Ljøsvatnet	6.7	47	458	2.0
Grunna	2.7	32	485	2.2
Botshaugtjernet	1.7	6.9	380	4.9
Sør-Mesna	2.4	10.5	380	3.3

Vannkvalitet, tilstandsklasser (SFT 1997)

Meget god	God	Midre god	Dårlig	Meget dårlig
-----------	-----	-----------	--------	--------------

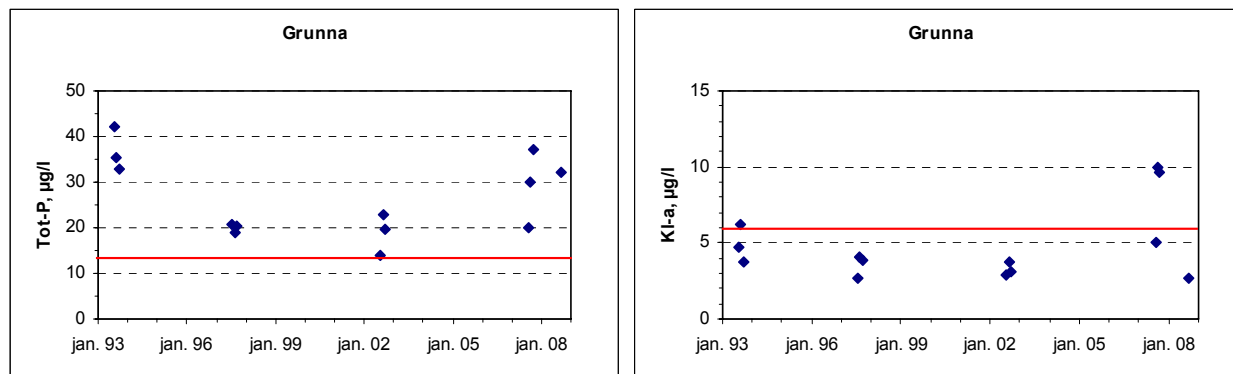
Figur 1 viser at økologisk tilstand i Ljøsvatnet har vært moderat eller dårligere ved alle observasjoner i perioden 1999-2008. Det var ingen god sammenheng mellom konsentrasjonen av fosfor og algemengde (klorofyll-a) i Ljøsvatnet. Flere forhold kan ha innvirkning på denne sammenhengen slik som graden av humuspåvirkning, oppvirvling av fosforholdige partikler fra bunnen i forbindelse med vindpåvirkning og graden av beiting fra dyreplankton. Datagrunnlaget er for lite til å kunne si noe sikkert om tidsutviklingen i algemengden og konsentrasjonen av fosfor.



**Figur 1.** Konsentrasjoner av total-fosfor og klorofyll-a i Ljøsvatnet i perioden 1999-2008. Rød linjer markerer foreslåtte grenseverdier mellom god og moderat økologisk tilstand.

Av Figur 2 framgår det at økologisk tilstand i Grunna har vært moderat eller dårligere med hensyn til total-fosfor i de fleste årene vi har observasjoner fra i perioden 1993-2008. Økologisk tilstand har vært

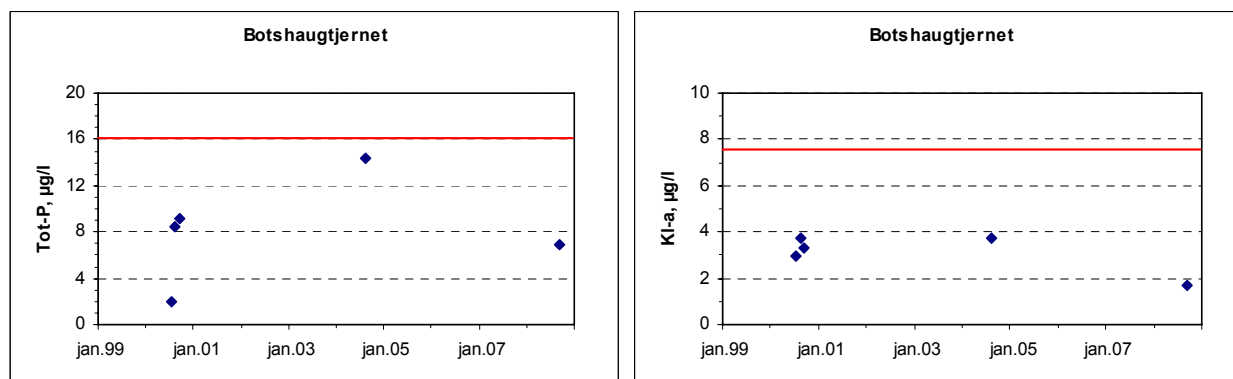
bedre sett ut fra algemengden i denne perioden, men middelverdien for klorofyll-*a* i 2007-2008 (6,8 µg/l) tilsier moderat (mindre god) økologisk tilstand. Vannkvaliteten kan også karakteriseres som mindre god i henhold til SFTs klassifiseringssystem (SFT 1997). Algeutbyttet, dvs. forholdet mellom klorofyll-*a* og total-fosfor, har i de fleste tilfeller vært lavt i perioden (0,08-0,33, jf. Faafeng mfl. 1991). Den markerte humuspåvirkningen og hard beiting fra effektive algebeitere innen dyreplanktonet (se nedenfor) kan være mulige årsaker til det lave algeutbyttet. Det vil si at en så høy konsentrasjon av fosfor ville kunne ha resultert i større algemengder hvis innsjøen hadde vært mindre humuspåvirket eller at dyreplanktonet hadde vært mindre preget av effektive algebeitere. Konkurranse om næringsstoffene mellom planteplanktonet og vannplanter i grunne områder kan også være viktig.



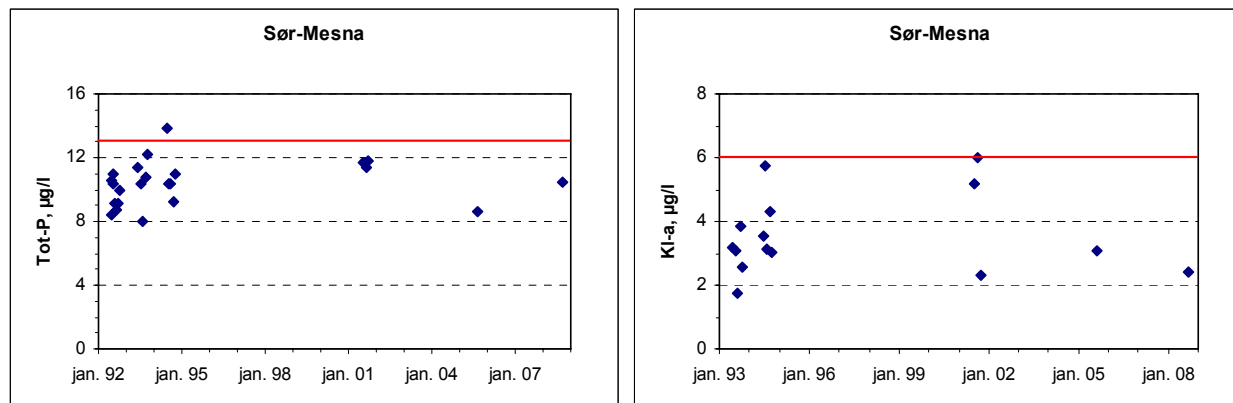
**Figur 2.** Konsentrasjoner av total-fosfor og klorofyll-*a* i Grunna i perioden 1993-2008. Rød linjer markerer foreslåtte grenseverdier mellom god og moderat økologisk tilstand.

Botshaugtjernet hadde moderate algemengder og relativt lave konsentrasjoner av total-fosfor i de årene vi har observasjoner fra, dvs. i 2000, 2004 og 2008 (Fig. 3). Nivåene tilsvarer god økologisk tilstand. Verdiene fra 2008 tyder på algemengder (klorofyll-*a*) og konsentrasjoner av total-fosfor nær referanseverdiene eller en antatt naturtilstand. Vurderingene er imidlertid relativt usikre pga. lite data.

Sør-Mesna har hatt god økologisk tilstand vurdert ut fra algemengder (klorofyll-*a*) og konsentrasjoner av total-fosfor i de årene vi har observasjoner fra i perioden 1992-2008 (Fig. 4). Så vel fosfor-konsentrasjonen som algemengden har likevel trolig vært noe høyere enn en forventet naturtilstand. På grunn av lite data fra de senere årene er det ikke mulig å si noe sikkert om tidsutviklingen i vannkvaliteten mht. eutrofiering.



**Figur 3.** Konsentrasjoner av total-fosfor og klorofyll-*a* i Botshaugtjernet i 2000, 2004 og 2008. Rød linjer markerer foreslåtte grenseverdier mellom god og moderat økologisk tilstand.



**Figur 4.** Konsentrasjoner av total-fosfor og klorofyll-a i Sør-Mesna i perioden 1992-2008. Rød linjer markerer foreslåtte grenseverdier mellom god og moderat økologisk tilstand.

### Planteplankton

Observerte planteplanktonbiomasser i de fire innsjøene fra de siste 5 årene indikerer at Ljøsvatnet og Grunna kan karakteriseres som middels næringsrike (mesotrofe) innsjøer, mens Botshaugtjernet og Sør-Mesna kan karakteriseres som næringsfattige (oligotrofe) innsjøer (Tab. 3, jf. Brettum og Andersen 2005). Det må understrekes at disse karakteristikene er basert på meget få observasjoner, særlig for de to sistnevnte innsjøene.

**Tabell 3.** Biomasser av planteplankton i Ljøsvatnet, Grunna, Botshaugtjernet og Sør-Mesna i perioden 2004-2008 ( $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$  våtvekt).

	Ljøsvatnet	Grunna	Botshaugtjernet	Sør-Mesna
	0-2 m	0-2 m	0-2 m	0-5 m
10.09.08	340	162	84	120
Middel 2004-2008	1181	782	211	229
Maks 2004-2008	1882	1480	339	338
Antall prøver	4	4	2	2

Planteplanktonet i Ljøsvatnet var i 2008 dominert av kiselalgen *Asterionella formosa* som representerte 65 % av totalbiomassen (se vedlegg). Størst andel av denne arten i planteplanktonet finner en helst i oligomesotrofe og mesotrofe innsjøer (Brettum og Andersen 2005). For øvrig hadde algesamfunnet innslag av flere arter som er typiske for mer eller mindre næringspåvirkede innsjøer slik som grønnalgene *Ankyra judai*, *Ankyra lanceolata* og *Pediastrum privum*.

I Grunna var planteplanktonet i 2008 dominert av sveltflagellater (51 %), gullalger (26 %) og my-alger (12 %). Det var bl.a. et betydelig innslag av gullalgen *Mallomonas caudata* som er en god indikator for oligomesotrofe og mesotrofe innsjøer. Blågrønnalgen *Anabaena lemmermannii* var til stede i planteplanktonet. Arten er vanligst i næringsrike innsjøer med høy fosfor-konsentrasjon og kan da til tider forårsake oppblomstringer.

Planteplanktonet i Botshaugtjernet var også dominert av sveltflagellater (45 %), gullalger (25 %) og my-alger (20 %) i 2008. Sveltflagellaten *Rhodomonas lacustris* representerte hele 32 % av totalbiomassen 10.9.2008. Denne arten er svært vanlig i innsjøer med alle typer vannkvalitet. Unntaket er meget sure innsjøer. Ellers hadde algesamfunnet bl.a. innslag av gullalgen *Mallomonas akrokomos*, som indikerer oligotrofe eller oligomesotrofe forhold.

Sør-Mesnas planteplankton var i likhet med de to foregående innsjøene dominert av sveltflagellater (31 %), gullalger (28 %) og my-alger (18 %) i 2008. Planteplanktonet hadde bl.a. innslag av

indikatorer for oligotrofe og oligomesotrofe innsjøer slik som gullalgene *Mallomonas akromos* og *Mallomonas caudata*.

Av de 4 innsjøene ble blågrønnalger bare registrert i Grunna i 2008, og andelen var her lav, dvs. mindre enn 1 % av totalbiomassen.

### Dyreplankton

Resultatene av dyreplanktonanalysene er gitt i Tab. 4 og 5. Alle innsjøene hadde en sammensetning av dyreplanktonet som er typisk for næringsfattige og/eller middels næringsrike innsjøer (jf. Halvorsen mfl. 2002). Gelekrepsen *Holopedium gibberum*, som er indikator for næringsfattige og kalkfattige innsjøer var til stede i alle innsjøene, men bestanden var liten i Grunna. Dyreplanktonet i denne innsjøen hadde dominans av den storvokste vannloppen *Daphnia lacustris* som regnes som en meget effektiv algebeiter. Det vil si at dyreplanktonet hadde en sammensetning som er gunstig med tanke på innsjøens "selvrensingsevne". Svakt predasjonspress fra planktonspisende fisk er trolig en vesentlig årsak til den observerte dominansen av store vannlopper i Grunna.

**Tabell 4.** Sammensetning av dyreplanktonet i de fire innsjøene i 2008.

1 – få individer, 2 – vanlig, 3 – rikelig/dominerende

	Grunna 0-2 m 10.09.08	Ljøsvatn 0-2 m 10.09.08	Botshaugtj. 0-2 m 10.09.08	S.-Mesna 0-5 m 10.09.08
<b>Hjuldyr (Rotifera)</b>				
Keratella cochlearis	1			2
Kellicottia longispina	2	3	2	3
Asplanchna priodonta			1	
Polyarthra spp.		3	2	3
Conochilus spp.	1	2	2	2
Collotheca spp.		1		
Lecane sp.		1		
<b>Krepsdyr (Crustacea)</b>				
<b>Hoppekreps (Copepoda)</b>				
Heterocope appendiculata	2	1	2	2
Acanthodiaptomus denticornis			3	
Eudiaptomus gracilis				3
Cyclops scutifer	2		2	1
Mesocyclops leuckarti			1	3
Cyclopoida ubest. cop.				1
Cyclopoida naup. ubest.	3 <sup>1)</sup>		3	3
<b>Vannlopper (Cladocera)</b>				
Leptodora kindtii			1	
Holopedium gibberum	1	2	3	2
Daphnia lacustris	3			
Daphnia galeata			3	
Daphnia cristata		3	1	3
Bosmina longispina	2	3	2	2
Polyphemus pediculus				1

<sup>1)</sup> Hovedsakelig *C. scutifer*

Ljøsvatnet hadde et meget lite antall arter og liten andel av hoppekreps i dyreplanktonet. Bare et fåtall individer av den calanoide hoppekrepsen *Heterocope appendiculata* ble observert. Denne arten er funnet tidligere år også, mens cyclopoide hoppekreps ser ut til å mangle i Ljøsvatnet. For øvrig var

krepsdyrplanktonet dominert av de småvokste vannloppene *Daphnia cristata* og *Bosmina longispina*. Dette kan trolig ha sammenheng med et sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk i innsjøen. Andelen effektive algebeitere var ubetydelig.

**Tabell 5.** Kroppslengder av dominerende vannlopper (voksne hunner) 10.9.2008. Middelverdier og variasjonsbredder (i parentes) er gitt.

	Grunna	Ljøsvatn	Botshaugtj.	S.-Mesna
<i>Holopedium gibberum</i>			1.22 (1.04-1.40)	1.03 (0.84-1.40)
<i>Daphnia lacustris</i>	1.91 (1.60-2.24)			
<i>Daphnia galeata</i>			1.60 (1.40-1.90)	
<i>Daphnia cristata</i>		0.93 (0.88-1.02)		0.99 (0.80-1.18)
<i>Bosmina longispina</i>	0.74 (0.68-0.84)	0.59 (0.50-0.74)	0.67 (0.60-0.74)	0.62 (0.46-0.82)

Krepsdyrplanktonet i Botshaugtjernet og Sør-Mesna så ut til å være vesentlig mer artsrikt enn krepsdyrplanktonet i de grunnere og mer høyereliggene innsjøene Ljøsvatnet og Grunna. Botshaugtjernets krepsdyrplankton var dominert av bl.a. relativt store arter som den calanoide hoppekrepsen *Acanthodiptomus denticornis* og vannloppene *Holopedium gibberum* og *Daphnia galeata*. Sør-Mesnas krepsdyrplankton var dominert bl.a. av den noe mindre calanoide hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis* og den lille vannloppen *Daphnia cristata*. Ut fra dette er det rimelig å anta at predasjonspresset fra planktonspisende fisk var moderat i Botshaugtjernet og markert i Sør-Mesna.

### 3.3 Forsuring

#### pH og alkalitet

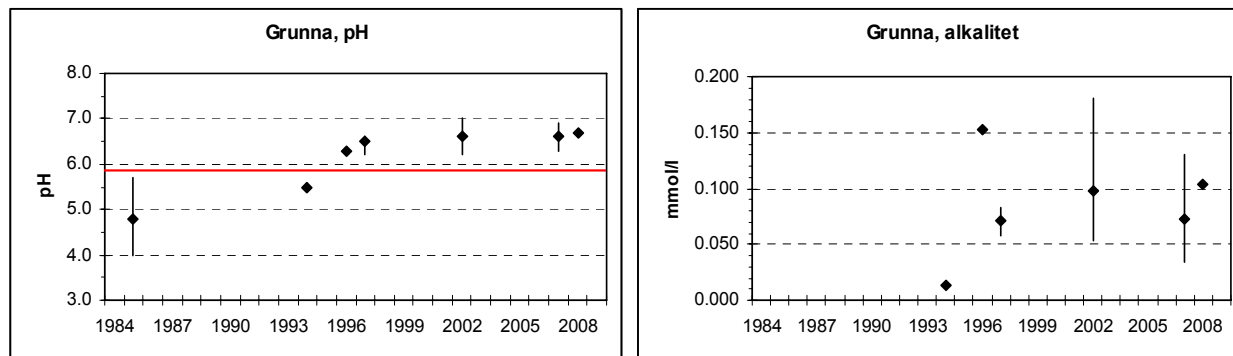
Alle innsjøene hadde svakt sure vannmasser 10.9.2008 med pH i området 6,5-6,9 (Tab. 6). Botshaugtjernets vannmasser hadde pH nær nøytralitetspunktet. Ut fra pH kan økologisk tilstand karakteriseres som meget god i Grunna og Botshaugtjernet og God i Ljøsvatnet og Sør-Mesna. Alkaliteten varierte i intervallet 0,075-0,182 mmol/l med lavest og høyest alkalitet henholdsvis i Ljøsvatnet og Botshaugtjernet. Basert på alkaliteten i september 2008, kan tilstanden karakteriseres som god med hensyn til forsurende stoffer i alle fire innsjøene (jf. SFT 1997). Vi kan imidlertid ikke utelukke at tilstanden kan være dårligere til andre tider av året, f.eks. i våravsmeltinga.

**Tabell 6.** Innsjøenes tilstand mht. forsuring 10.9.2008 vurdert i henhold til forslag til klassifiseringssystem relatert til Vanndirektivet (Solheim mfl. 2008) og i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (SFT 1997).

A	Ljøsvatnet	Grunna	Botshaugtj.	Sør-Mesna
pH	6.5	6.7	6.9	6.5
Alkalitet mmol/l	0.075	0.104	0.182	0.081
Økologiske tilstandsklasser (Solheim mfl. 2008)				
	Meget god	God	Moderat	Dårlig
				Meget dårlig
B	Ljøsvatnet	Grunna	Botshaugtj.	Sør-Mesna
pH	6.5	6.7	6.9	6.5
Alkalitet mmol/l	0.075	0.104	0.182	0.081
Vannkvalitet, tilstandsklasser (SFT 1997)				
	Meget god	God	Midre god	Dårlig
				Meget dårlig

Etter at Grunna ble kalket (første gang i 1994) har innsjøen fått økt pH og alkalitet (Fig. 5). Dette har ført til bedre vilkår for dyrelivet slik som krepsdyrplankton, bunndyr og fisk. Forbedringen i vannkvaliteten siden 1980-tallet kan imidlertid også delvis henge sammen med mindre syredeposisjon

(mindre sur nedbør) i de senere 10-årene (jf. Schartau mfl. 2008). Alkaliteten i Grunna har variert relativt mye etter at kalkingen startet, og det ble i 2007 målt verdier ned mot 0,030 mmol/l, som tilsvarer mindre god tilstand. Innsjøen kalkes fortsatt årlig, og en prøver å dosere slik at alkaliteten holder seg over 0,050 mmol/l (Tore Qvenild, Fylkesmannen i Hedmark, pers. oppl.).



**Figur 5.** Tidsutvikling i pH og alkalitet i Grunna. Figuren viser middelveier og variasjonsbredder (bare én observasjon i 1994 og i 2008). Rød linje ved pH 5,8 markerer foreslått grense mellom god og moderat økologisk tilstand i henhold til Vanndirektivet (Solheim mfl. 2008).

#### Planteplankton og dyreplankton

Alle innsjøene hadde større eller mindre innslag av svelgflagellatene *Katablepharis ovalis* og *Rhodomonas lacustris* (se vedlegg). Disse artene er svært vanlige i de fleste innsjøer og finnes i alle typer vannkvalitet, bortsett fra i svært sure innsjøer (Brettum og Andersen 2005).

Følgende forsuringsfølsomme arter av krepsdyrplankton (jf. Halvorsen mfl. 2002) ble registrert i 2008: *Heterocope appendiculata* (alle innsjøene, få individer i Ljøsvatnet), *Daphnia galeata* (Botshautjernet) og *Daphnia cristata* (Ljøsvatnet og Sør-Mesna). Daphniene er generelt av de mest sensitive innen krepsdyrplanktonet, men *Daphnia longispina*-gruppen, her representert med *Daphnia lacustris* i Grunna, ser ut til å være noe mer forsuretolerant enn de andre daphniene som er vanlige i norske innsjøer.

Sammensetningen av plante- og dyreplanktonet i 2008 gir ingen indikasjoner på at noen av de fire innsjøene er spesielt skadet av forurensning.

### 3.4 Hygienisk/bakteriologiske forhold

Det ble påvist fekale indikatorbakterier (*Escherichia coli*) i Botshautjernet og i Sør-Mesna, men ikke i Ljøsvatnet eller Grunna (Tab. 7). Tettheten var lav også i de to førstnevnte innsjøene. Vannkvaliteten vurderes derfor som meget god med hensyn til fekal forurensning (tarmbakterier) i alle fire lokalitetene da prøvene ble samlet inn.

**Tabell 7.** *E. coli* i Ljøsvatnet, Grunna, Botshautjernet og Sør-Mesna 10. september 2008. Tilstandsklasser i henhold til SFT (1997).

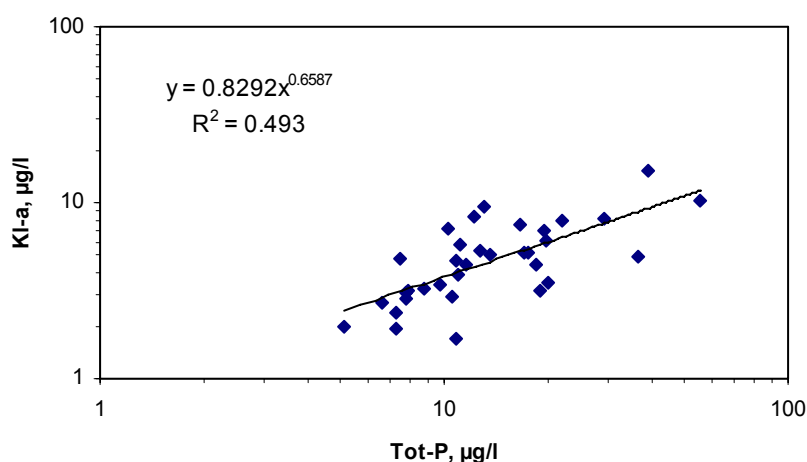
	Ljøsvatnet	Grunna	Botshautj.	Sør-Mesna
<i>E. coli</i> ant./100 ml	0	0	2	4
Vannkvalitet, tilstandsklasser (SFT 1997)				
	Meget god	God	Midre god	Dårlig

## 4. Diskusjon

Undersøkelsen i september i 2008 sammen med resultater fra undersøkelser i de senere årene viser at Ljøsvatnet og til dels også Grunna har hatt betydelig høyere konsentrasjoner av plantenæringsstoffet fosfor og større algemengder enn ønskelig. De tilfredsstiller derfor sannsynligvis ikke kravene til god økologisk tilstand i henhold til Vannforskriften (jf. Solheim mfl. 2008). For å kunne fastslå dette med større sikkerhet kreves normalt et noe større antall prøver i løpet av vekstsesongen enn det vi har her. Ut fra planteplanktonets biomasse og sammensetning kan Ljøsvatnet og Grunna karakteriseres som middels næringsrike (mesotrofe) innsjøer (jf. Brettum og Andersen 2005). Sett ut fra konsentrasjonen av fosfor har de observerte algemengdene vært relativt beskjedne i Grunna. Den markerte humuspåvirkningen og sterk beiteaktivitet fra effektive algebeitere innen krepsdyrplanktonet kan være mulige forklaringer til dette.

Rognerud mfl. (1995) analyserte tilstanden og graden av forurensning i flere innsjøer i Ringsakerfjellet og fjellområdene omkring på 1990-tallet. Dette ble gjort bl.a. ved å se på variasjoner i geologiske forhold og menneskelig aktivitet i nedbørfeltet i forhold til observert vannkvalitet. De viste at f.eks. Grunna, Hornsjøen, Reinsvatnet, Mellsjøen, Kroksjøen og Sjusjøen hadde algemengder og konsentrasjoner av fosfor som var betydelig høyere enn det en skulle forvente ut fra naturgitte forhold, dvs. at innsjøene var klart overgjødset. Undersøkelsen gav indikasjoner på at tett hyttebebyggelse og evt. hotellvirksomhet skapte økt algevekst i flere av innsjøene. Mye beitedyr i nedbørfeltene kan også bidra til overgjødning. Våre data fra de senere årene gir ingen klare indikasjoner på at det har skjedd vesentlige bedringer i overgjødningssituasjonen i Ljøsvatnet og Grunna sammenlignet med på 1990-tallet.

I Fig. 6 er sammenhengen vist mellom total-fosfor og klorofyll-*a* (middelverdier) i sommerhalvåret i en del små og mellomstore, humøse innsjøer i skog- og lavereliggende fjellområder (200-900 moh). Dataene er hentet fra overvåkingsundersøkelser NIVA har gjennomført i Hedmark og Oppland i perioden 1988-2007; til sammen 34 års-datapar fra 14 innsjøer. Figuren viser at økende fosforkonsentrasjon gir økende algemengder, og den indikerer at fosfor er begrensende for planteplanktonets vekst også i disse humusrike, relativt grunne innsjøene. Bare innsjøer med fargetall over ca. 30 mg Pt/l og maksdyp mindre enn 35 m er tatt med (middeldyp trolig mindre enn 15 m).



**Figur 6.** Sammenhengen mellom total-fosfor og klorofyll-*a* i små og mellomstore, grunne humussjøer. Data fra overvåkingsprosjekt i Hedmark og Oppland utført av NIVA.



Tabell 8 gir en del relevante verdier for å vurdere hva som kan anses som akseptabel tilstand mht. algemengder og konsentrasjon av totalfosfor i Ljøsvatnet og Grunna. Ljøsvatnet ble karakterisert som en markert overgjødset, næringsrik (eutrof) innsjø i 1999 med bl.a. en stor andel blågrønnalger i planteplanktonet (Kjellberg 1999). Da var konsentrasjonen av totalfosfor lavere enn det som ble registrert i 2008 og litt høyere enn i Grunna i 2008. I 2002 ble det målt enda høyere konsentrasjon av totalfosfor i Ljøsvatnet, men algemengden var noe mindre. Innsjøen ble karakterisert som sterkt eller middels overgjødset henholdsvis ut i fra fosfor og algemengder (Kjellberg 2006 b). På denne bakgrunn er det rimelig å vurdere Ljøsvatnet som fortsatt markert eller sterkt overgjødset.

I en studie av fosforbelastning og respons i grunne innsjøer påviste Berge (1987) at grunne innsjøer tåler høyere fosforkonsentrasjon og mer alger enn dype innsjøer før det oppstår åpenbare forurensningsproblemer. Vi kjenner ikke middeldypene til Ljøsvatnet og Grunna, men vil anslå at de kan ligge mellom ca. 1 og 3 m. Det er derfor mulig at innsjøene tåler noe høyere konsentrasjoner av fosfor enn det siste forslaget til grense mellom god og moderat økologisk status tilsier (Solheim mfl. 2008, se Tab. 8). Likevel synes det klart at tilførslene av fosfor til innsjøene bør reduseres for å sikre en stabil og god økologisk tilstand. Behovet for tiltak kan synes å være noe større for Ljøsvatnet enn for Grunna. En første målsetting kunne være at konsentrasjonen av total-fosfor og klorofyll-*a* ikke bør overstige henholdsvis 25 µg P/l og 10 µg Kl-a/l som gjennomsnitt i vekstsesongen for begge innsjøene.

**Tabell 8.** Aktuelle verdier for vurdering av akseptabelt trofinivå for Ljøsvatnet og Grunna

	Tot-P µg/l	Kl-a µg/l	Referanse
Ljøsvatn 1999	39	15.1	Kjellberg 2000
Ljøsvatn 2002	56	10.3	Kjellberg 2006 b
Ljøsvatn 2008	47	6.7	Denne rapport
Grunna 2002	19	3.2	Kjellberg 2006 b
Grunna 2007	29	8.2	Løvik 2008
Grunna 2008	32	2.7	Denne rapport
Grense god/moderat økol. status, innsjøtype 13	13	6	Solheim mfl. 2008
Grense god/moderat økol. status, kalkfattige humøse	25	10	Solheim mfl. 2004
Grense akseptabel/uakseptabel tilstand, middeldyp 3 m	21	11.5	Berge 1987
Grense akseptabel/uakseptabel tilstand, middeldyp 1,5 m	26	14	Berge 1987

Botshaugtjernet hadde relativt lave konsentrasjoner av fosfor og små algemengder (klorofyll-*a*) tilsvarende som for næringsfattige innsjøer. Unntaket var en noe høy fosfor-verdi i 2004. Planteplanktonets mengde og sammensetning var karakteristisk for næringsfattige innsjøer. Det vil si at økologisk tilstand trolig kan betegnes som god. Fekale indikatorbakterier ble påvist i 2008, men i lave tettheter.

Sør-Mesna har også hatt god økologisk tilstand vurdert ut fra algemengder og konsentrasjoner av fosfor i de årene vi har data fra i perioden 1992-2008. Så vel algemengden som konsentrasjonen av fosfor har likevel trolig vært noe høyere enn en antatt naturtilstand. Planteplanktonets mengde og sammensetning har i hovedsak vært typisk for næringsfattige, humuspåvirkede innsjøer.

Basert på surhetsgrad og alkalitet i september 2008 kan tilstanden mht. forsuring karakteriseres som god i alle fire innsjøene. Det er imidlertid rimelig å anta at så vel pH som alkaliteten kan være lavere i andre perioder av året, f.eks. under snøsmeltinga om våren. Grunna, som har vært kalket siden 1994, har hatt til dels store variasjoner i alkalitet i årene etter at kalkinga startet. I 2007 ble det f.eks. målt alkalitet ned mot 0,030 mmol/l. Det betyr at evnen til å motstå endringer i pH ved forsuring (bufferevnen) til tider kan være relativt svak sjøl om innsjøen kalkes årlig.

## 5. Litteratur

Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5-15 m. NIVA-rapport 2001-1987. 44 s.

Brettum, P. og Andersen, T. 2005. The use of phytoplankton as indicators of water quality. NIVA report 4848-2004. 33 pp. + 164 fact-sheets.

Faafeng, B. og Fjeld, E. 1996. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Statistisk analyse av usikkerhet i sesongmiddelverdier. NIVA-rapport 3427-96. 21 s.

Faafeng, B., Hessen, D.O. og Brettum, P. 1991. Eutrofiering av innsjøer i Norge. Generelt om eutrofiering og resultater fra en landsomfattende undersøkelse i 1988 og 1989. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 497/92, TA 814/1992. 36 s.

Halvorsen, G., Schartau, A.K. og Hobæk, A. 2002. Planktoniske og litorale krepsdyr. I: Aagaard, K., Bækken, T. og Jonsson, B. (red.). Biologisk mangfold i ferskvann. Regional vurdering av sjeldne dyr og planter. NINA Temahefte 21. NIVA-rapport 4590-2002. s. 26-31.

Kjellberg, G. 1998a. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 1997. NIVA rapport 3819-98. 45 s.

Kjellberg, G., 1998b. Vannkvaliteten i Grunna i 1997. Effekter av kalking i Grunna, Ringsaker kommune, 1994-1997. NIVA-rapport 3820-98. 25 s.

Kjellberg, G. 1999. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 1998. NIVA rapport 4023-99. 54 s.

Kjellberg, G. 2000. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 1999. NIVA rapport 4169-2000. 51 s.

Kjellberg, G. 2001. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 2000. NIVA rapport 4363-2001. 61 s.

Kjellberg, G. 2006a. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 2001. NIVA rapport 5184-2006. 65 s.

Kjellberg, G. 2006b. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 2002. NIVA rapport 5191. 90 s.

Kjellberg, G. 2006c. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 2003. NIVA rapport 5192-2006. 32 s.

Kjellberg, G. 2006d. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 2004. NIVA rapport 5193-2006. 27 s.

Kjellberg, G. 2006e. Tiltaksorientert overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport/tilstandsrapport for 2005. NIVA rapport 5194-2006. 29 s.

Løvik, J.E. og Romstad, R. 2007. Tiltaksrettet overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 2006. NIVA-rapport 5375-2007. 40 s.

Løvik, J.E. og Romstad, R. 2008. Tiltaksrettet overvåking av vann og vassdrag i Ringsaker kommune. Årsrapport for 2007. NIVA-rapport 5574-2008. 40 s.

Løvik, J.E., Rognerud, S. og Kjellberg, G. 1993. Tiltaksorientert overvåking av Mesna-vassdraget 1992-94. Årsrapport for 1992. NIVA-rapport 2878. 37 s.

Rognerud, S., Løvik, J.E., Kjellberg, G. og Romstad, R. 1994. Overvåking av vannkvaliteten i Mesna-vassdraget 1992-94. Årsrapport for undersøkelsene i 1993. NIVA-rapport 3003. 21 s. + vedl.

Rognerud, S., Løvik, J.E. og Kjellberg, G. 1995. Overvåking av vannkvaliteten i Mesna-vassdrget. Sluttrapport fra undersøkelsene i perioden 1992-1994. 47 s.

Schartau, A.K. mfl. 2008. Overvåking av langtransporterte forurensninger 2007. Sammendragsrapport. SFT. Statlig program for forurensningsovervåking. TA-2422/2008. 88s.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. 31 s.

Solheim, A.L. (red.), Andersen, T., Brettum, P., Bækken, T., Bongard, T., Moy, F., Kroglund, T., Olsgard, F., Rygg, B. og Oug, E. 2004. Bioklass – Klassifisering av økologisk status i norske vannforekomster: Forslag til aktuelle kriterier og foreløpige grenseverdier mellom god og moderat økologisk status for utvalgte elementer og påvirkninger. NIVA-rapport 4860-2004. 63 s.

Solheim, A.L., Schartau, A.K., Hesthagen, T., Ugedal, O., Sandlund, O.T., Moe, J., Mjelde, M., Schneider, S., Bækken, T., Molvær, J., Pedersen, A., Johnsen, T., Rygg, B. og Naustvoll, L. 2008. Forslag til veileder i klassifisering, versjon 2, 30.9.2008. Med oversikt over foreløpige klassegrenser for parametre for forskjellige påvirkningstyper og vanntyper. NIVA, NINA og HI.

## **6. Vedlegg**

**Tabell 9.** Oversikt over fysisk/kjemiske og mikrobiologiske metoder.

Analyse	Metode	Benevning
<u>LabNett:</u>		
Surhetsgrad (pH)	NS 4720	
Alkalitet	Intern	mmol/l
Konduktivitet 25 °C	ISO 7888	m S/m
Fargetall (etter filtrering)	NS 4787	mg Pt/l
Turbiditet	ISO 7027	FNU
Kalsium	ICP-AES	mg/l
Totalfosfor (Tot P)	ISO 6878	µg P/l
Totalnitrogen (Tot N)	NS 4743	µg N/l
<i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> )	US Standard methods, metode 9923 B	antall/100 ml
<u>NIVA:</u>		
Klorofyll- <i>a</i>	H 1-1 (spektrofotometrisk best. i metanolekstr.)	µg/l

**Tabell 10.** Vanntemperaturer i innsjøene 10.9.2008.

Dyp (m)	Grunna	Ljøsvatnet	Botshaugtj.	Sør-Mesna
0,5	10,7	10,7	12,5	13,0
1,0		10,7	12,5	
2,0	10,7	10,7	12,5	
2,5				13,0
4,0	10,7	10,7	12,5	
5,0			12,1	13,0
7,0			9,4	13,0
10,0			5,8	13,0
11,0				12,8
14,0				

**Tabell 11.** Fysik/kjemiske analyseresultater fra de undersøkte innsjøene 10.9.2008. Tetthet av *E. coli* samt siktedyp er også gitt.

		Ljøsvatnet	Grunna	Botshaugtj.	Sør-Mesna
		0-2 m	0-2 m	0-2 m	0-5 m
pH		6.5	6.7	6.9	6.5
Alkalitet	mmol/l	0.075	0.104	0.182	0.081
Konduktivitet	m S/m	1.74	1.66	3.5	1.99
Fargetall	mg Pt/l	88	81	48	72
Kalsium	mg Ca/l	2.67	3.32	5.14	3.02
TOC	mg C/l	5.4	7.5	6.4	6.4
Total-fosfor	µg P/l	47	32	6.9	10.5
Total-nitrogen	µg N/l	458	485	380	380
<i>E. coli</i>	ant./100 ml	0	0	2	4
Klorofyll- <i>a</i>	µg/l	6.7	2.7	1.7	2.4
Siktedyp	m	2.0	2.2	4.9	3.3

**Tabell 12.** Kvantitative planteplanktonanalyser fra Ljøsvatnet 10.9.2008

Verdier gitt i mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (=mg/m <sup>3</sup> våtvekt)	
År	2008
Måned	9
Dag	10
Dyp	0-2 m
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>	
Ankyra judayi	1.2
Ankyra lanceolata	9.2
Dictyosphaerium subsolitarium	1.6
Monoraphidium contortum	3.2
Monoraphidium dybowskii	0.8
Oocystis parva	1.1
Pediastrum privum	23.3
Scenedesmus armatus	0.1
Scenedesmus sp. (Sc.bicellularis ?)	1.6
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	6.4
Sum - Grønnalger	48.4
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>	
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0.7
Craspedomonader	4.9
Mallomonas caudata	1.3
Mallomonas spp.	0.7
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	1.9
Ochromonas spp.	1.0
Små chrysomonader (<7)	6.2
Store chrysomonader (>7)	1.7
Sum - Gullalger	18.4
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>	
Asterionella formosa	220.9
Sum - Kiselalger	220.9
<b>Cryptophyceae (Svelgflagellater)</b>	
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	1.4
Cryptomonas sp. (l=20-22)	12.5
Cryptomonas spp. (l=24-30)	2.5
Katablepharis ovalis	0.2
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	2.9
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	2.1
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	0.7
Sum - Svelgflagellater	22.3
<b>Euglenophyceae (Øyealger)</b>	
Trachelomonas volvocina	4.6
Sum - Øyealger	4.6
<b>My-alger</b>	
My-alger	25.2
Sum - My-alge	25.2
Sum total :	339.8

**Tabell 13.** Kvantitative planteplanktonanalyser fra Grunna 10.9.2008

Verdier gitt i mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (=mg/m <sup>3</sup> våtvekt)	
År	2008
Måned	9
Dag	10
Dyp	0-2 m
<hr/>	
Cyanophyceae (Blågrønnalger)	
<i>Anabaena lemmermannii</i>	1.0
Sum - Blågrønnalger	1.0
Chlorophyceae (Grønnalger)	
<i>Ankya lanceolata</i>	4.0
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=12)	0.1
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8)	0.6
<i>Monoraphidium contortum</i>	0.2
<i>Nephrocytium limneticum</i>	0.2
<i>Oocystis marssonii</i>	0.2
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	0.7
Sum - Grønnalger	6.0
Chrysophyceae (Gullalger)	
<i>Aulomonas purdyi</i>	0.1
<i>Bicosoeca</i> sp.	1.0
<i>Chromulina</i> sp. ( <i>Chr.pseudonebulosa</i> ?)	9.2
<i>Craspedomonader</i>	0.4
<i>Mallomonas akrokomos</i> (v.parvula)	1.5
<i>Mallomonas caudata</i>	9.4
<i>Mallomonas</i> spp.	5.6
<i>Ochromonas</i> sp. (d=3.5-4)	1.6
<i>Ochromonas</i> spp.	3.2
Små chrysomonader (<7)	7.2
Store chrysomonader (>7)	3.4
Sum - Gullalger	42.5
Cryptophyceae (Svelgflagellater)	
<i>Cryptomonas erosa</i> v. <i>reflexa</i> (Cr.refl.?)	2.5
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=20-22)	47.0
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=24-30)	5.9
<i>Katablepharis ovalis</i>	1.9
<i>Rhodomonas lacustris</i> (+v.nannoplantica)	19.2
Ubest.cryptomonade ( <i>Chroomonas</i> sp.?)	6.7
Sum - Svelgflagellater	83.2
Dinophyceae (Fureflagellater)	
<i>Gymnodinium cf.uberrimum</i>	7.2
Sum - Fureflagellater	7.2
Euglenophyceae (Øyealger)	
<i>Trachelomonas volvocina</i>	1.7
Sum - Øyealger	1.7
My-alger	
My-alger	20.1
Sum - My-alge	20.1
Sum total :	161.8

**Tabell 14.** Kvantitative planteplanktonanalyser fra Botshaugtjernet 10.9.2008Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)

År	2008
Måned	9
Dag	10
Dyp	0-2 m
<hr/>	
Chlorophyceae (Grønnalger)	
Botryococcus braunii	1.4
Crucigenia quadrata	0.4
Monoraphidium dybowskii	4.3
Oocystis submarina v.variabilis	0.5
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)	0.3
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	0.3
Sum - Grønnalger	7.2
<hr/>	
Chrysophyceae (Gullalger)	
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	1.7
Kephyrion sp.	0.1
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	2.7
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	2.5
Ochromonas spp.	2.9
Små chrysomonader (<7)	8.6
Store chrysomonader (>7)	1.7
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0.7
Sum - Gullalger	20.8
<hr/>	
Bacillariophyceae (Kiselalger)	
Aulacoseira alpigena	0.9
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	0.8
Sum - Kiselalger	1.7
<hr/>	
Cryptophyceae (Svelgflagellater)	
Cryptomonas sp. (l=20-22)	2.6
Katablepharis ovalis	3.6
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	26.7
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1.7
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	3.1
Sum - Svelgflagellater	37.7
<hr/>	
My-alger	
My-alger	16.5
Sum - My-alge	16.5
<hr/>	
Sum total :	84.0



**Tabell 15.** Kvantitative planteplanktonanalyser fra Sør-Mesna 10.9.2008Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)

År	2008
Måned	9
Dag	10
Dyp	0-5 m
<hr/>	
Chlorophyceae (Grønnalger)	
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	0.0
Monoraphidium dybowskii	3.4
Oocystis submarina v.variabilis	1.5
Pediastrum privum	1.3
Sphaerocystis Schroeteri	1.5
Staurastrum paradoxum	0.7
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)	0.9
Ubest. kuleformet gr.alge (d=9)	2.0
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	0.6
Sum - Grønnalger	11.9
<hr/>	
Chrysophyceae (Gullalger)	
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0.7
Craspedomonader	0.5
Dinobryon divergens	0.5
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	8.0
Mallomonas caudata	3.5
Mallomonas spp.	2.2
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	1.4
Ochromonas spp.	1.6
Små chrysomonader (<7)	9.1
Store chrysomonader (>7)	5.2
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0.7
Ubest.chrysophyceae	0.4
Sum - Gullalger	33.8
<hr/>	
Bacillariophyceae (Kiselalger)	
Aulacoseira alpigena	9.2
Rhizosolenia longiseta	0.5
Sum - Kiselalger	9.6
<hr/>	
Cryptophyceae (Svelgflagellater)	
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	2.2
Cryptomonas marssonii	1.4
Cryptomonas sp. (l=20-22)	17.8
Cryptomonas spp. (l=24-30)	5.0
Katablepharis ovalis	0.5
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	9.3
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1.0
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	0.2

	Sum - Svelgflagellater	37.2
Dinophyceae (Fureflagellater)		
	Gymnodinium cf.lacustre	0.3
	Gymnodinium cf.uberrimum	3.6
	Gymnodinium sp. (l=14-16)	1.2
	Sum - Fureflagellater	5.1
Euglenophyceae (Øyealger)		
	Trachelomonas volvocina	0.3
	Sum - Øyealger	0.3
My-alger		
	My-alger	21.5
	Sum - My-alge	21.5
	Sum total :	119.5

---

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnærmingssmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)